

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-187356

(43)Date of publication of application : 27.07.1993

(51)Int.Cl.

F04B 27/08

F04B 39/10

(21)Application number : 04-004489

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 14.01.1992

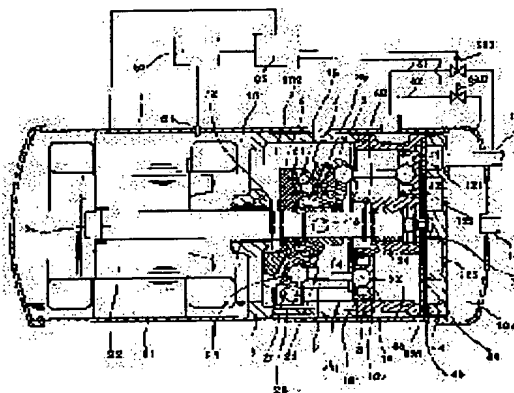
(72)Inventor : TOJO KENJI  
HAYASE ISAO  
TAKAO KUNIIHIKO

## (54) REFRIGERANT COMPRESSOR

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide a compressor which can vary its discharge quantity in a wide range according to a load, with less performance reduction and high efficiency.

CONSTITUTION: A refrigerant compressor is so constituted that a compression mechanism part which is provided with pistons 10 and cylinders 3 and can vary the discharge quantity by varying a stroke of the pistons 10 with the position of the pistons 10 nearly changed at top dead center and a motor for driving the compression mechanism part are housed in a closed container 1, and that the piston stroke and a rotational speed of the motor can be controlled from the exterior. With this constitution, a discharge quantity of the compressor can be varied in a very wide range, and power consumption, quietness and the like can be controlled as required, and also the discharge quantity can be controlled according to the load to be required to make the compressor multi-functional.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 11.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-187356

(43)公開日 平成5年(1993)7月27日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

F 0 4 B 27/08

39/10

識別記号

P 6907-3H

S 6907-3H

A 6907-3H

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数13(全 11 頁)

(21)出願番号 特願平4-4489

(22)出願日 平成4年(1992)1月14日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 東條 健司

静岡県清水市村松390番地 株式会社日立

製作所清水工場内

(72)発明者 早瀬 功

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(72)発明者 高尾 邦彦

茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日

立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 高田 幸彦

(54)【発明の名称】 冷媒圧縮機

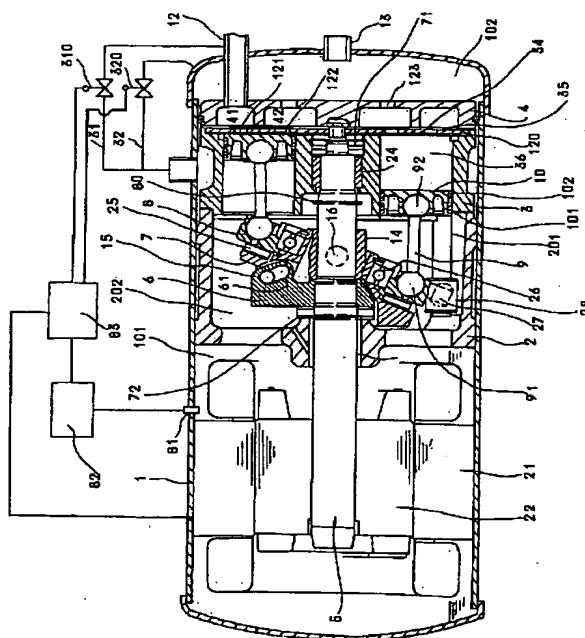
(57)【要約】

【目的】本発明の目的は、負荷に応じて広い範囲にわたり圧縮機の吐出し量を変えることが出来、かつ性能低下の少ない、高効率の圧縮機を提供することにある。

【構成】ピストン10とシリンダ31を備え、上死点時におけるピストン10の位置をほとんど変えずにピストン10のストロークを変えることにより吐出し量を変えることのできる圧縮機構部と、これを駆動する電動機を密閉容器1内に収納し、外部からピストンストロークならびに電動機の回転速度を制御できるよう構成した。

【効果】非常に広い範囲にわたり圧縮機の吐出し量を変えることができるとともに、電力消費量、静粛性などを好みに応じて、必要とする負荷に対応した吐出し量に制御できるので多機能化が図れる。

図 1



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段を備えるものであって、前記圧縮機構部から吐出冷媒の吐出される空間と前記圧縮機構部が収納される空間がシール部で区画されていることを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項2】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンの上死点位置をほとんど変えないようにストロークを変化させて吐出量を調整する可変容量手段とを備え、吐出圧力と吸入圧力とをそれぞれ制御弁を介して前記圧縮機構部に導き、前記可変容量手段のストロークを制御することを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項3】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が最大となるように前記斜板の傾転角度および電動機部の回転速度とを制御することを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項4】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する極数変換電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストン

サポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および極数変換電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が高くなるように前記斜板の傾転角度および極数変換電動機部の回転速度とを制御することを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項5】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を圧縮機構部の圧力を制御する手段により制御することを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項6】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、前記電動機の設定最小駆動回転速度を $N_1$ 、設定最大駆動回転速度を $N_2$ としたとき、電動機の回転速度が $N_1$ から $N_2$ の範囲では圧縮機構部のピストンストロークを最大状態で運転し、設定最小駆動回転速度ではピストンストロークを変えることにより圧縮機の吐出量を変化させることを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項7】 圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部

の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出し量に対して圧縮機構部と電動機部の効率の積が高い方に前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御することを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項8】駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段とを備え圧縮機の吐出し量を調整する圧縮機構部と、該圧縮機構部を駆動する電動機部とを、密閉容器内に収納したことを特徴とする冷媒圧縮機。

【請求項9】前記傾転角度を制御する手段が、ピストン頭部に作用するガス圧縮に伴う力とピストン背面に加わる圧力による力の大きさを変えものである請求項3、4、6、7又は8に記載の冷媒圧縮機。

【請求項10】前記可変容量手段がピストンの上死点位置をほとんど変えないようにストロークを変化させるように構成されている請求項1、3、4、5、6、7又は8に記載の冷媒圧縮機。

【請求項11】前記傾転角度を制御する手段が、吐出圧力と吸入圧力とをそれぞれ制御弁を介して前記圧縮機構部に導いたものである請求項3、4、6、7又は8に記載の冷媒圧縮機。

【請求項12】前記圧縮機構部に圧力センサを備えるものであって、該圧力センサの出力に基づいて前記制御弁を制御する請求項2又は11に記載の冷媒圧縮機。

【請求項13】前記圧縮機構部に斜板の傾転角を計測するセンサを備えるものであって、該センサの出力に基づいて前記制御弁を制御する請求項2、11又は12に記載の冷媒圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、冷凍・空調用機器に使用される冷媒圧縮機に係り、特に冷凍・空調用機器の負荷に応じて圧縮機の吐出し量を変えられることができる冷媒圧縮機に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の冷媒用圧縮機においては、冷凍・空調用機器の負荷に応じて圧縮機の吐出し量を変化させる機構として、例えば特開昭57-86588号公報に記載のごとく、圧縮室に取り込まれた冷媒ガスを、一部吸入側へ戻す流路を備え、この流路を必要に応じて開閉することにより圧縮機の吐出し量を変え、あるいは冷凍62巻720号第70頁から第75頁(VOL. 62, No720, P70~75)に記載のごとく、圧縮機

をインバータで駆動することにより、圧縮機の回転速度を変え、これに応じて吐出し量を変化させるなどの方法が採用されていた。

【0003】又、特開昭63-186973号公報に記載のように、カークーラ用圧縮機として用いられる半密閉形の可変容量式圧縮機が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかし上記従来技術では、吐出量の調整範囲が小さく、特開昭57-86588号公報に記載のものでは吐出量の調整範囲は、60~100%、冷凍62巻720号第70頁から第75頁に記載のものでも20~100%程度である。また吐出し量を減らした容量制御時には効率が大きく低下するなど、冷凍・空調用機器に用いる際には、使い勝手が悪い。吐出し量を減らした割に消費電力が低下しないなどの欠点を有していた。

【0005】又、カークーラ用圧縮機として用いられる可変容量式の圧縮機は、斜板の傾転角の制御に、吐出圧力あるいは吸入圧力のいずれか一方のみで制御しているため、ルームクーラ、パッケージ形空気調和機のように急速な運転変化を要求される場合に対応できないものであった。又、密閉形圧縮機のように、電動機部を有さないため、電動機部の効率も含めた全体の効率については、配慮されていないものであった。

【0006】本発明の第1の目的は、上記従来技術の課題に鑑み、圧縮機の吐出し量の変化範囲が大きく、吐出し量にかかわらず性能低下が少なく、容量制御応答性の良い冷媒圧縮機を提供することにある。

【0007】また本発明の第2の目的は、圧縮機の吐出し容量を変えて運転する際に、効率の良い(電力消費量の少ない)運転ができる冷媒圧縮機を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記第1の目的を達成するために本発明の冷媒圧縮機は、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段を備えるものであって、前記圧縮機構部から吐出冷媒の吐出される空間と前記圧縮機構部が収納される空間がシール部で区画されているものである。

【0009】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する電動機部とを密閉

容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンの上死点位置をほとんど変えないようにストロークを変化させて吐出量を調整する可変容量手段とを備え、吐出圧力と吸入圧力とをそれぞれ制御弁を介して前記圧縮機構部に導き、前記可変容量手段のストロークを制御するものである。

【0010】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を圧縮機構部の圧力を制御する手段により制御するものである。

【0011】又、駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段とを備え圧縮機の吐出量を調整する圧縮機構部と、該圧縮機構部を駆動する電動機部とを、密閉容器内に収納したものである。

【0012】又、前記傾転角度を制御する手段が、ピストン頭部に作用するガス圧縮に伴う力とピストン背面に加わる圧力による力の大きさを変えものである。

【0013】又、前記可変容量手段がピストンの上死点位置をほとんど変えないようにストロークを変化させるように構成されているものである。

【0014】又、前記傾転角度を制御する手段が、吐出圧力と吸入圧力とをそれぞれ制御弁を介して前記圧縮機構部に導いたものである。

【0015】上記第2の目的を達成するために本発明の冷媒圧縮機は、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜

板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が最大となるように前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御するものである。

【0016】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する極数変換電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および極数変換電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が高くなるように前記斜板の傾転角度および極数変換電動機の回転速度とを制御するものである。

【0017】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、前記電動機の設定最小駆動回転速度を $N_1$ 、設定最大駆動回転速度を $N_2$ としたとき、電動機の回転速度が $N_1$ から $N_2$ の範囲では圧縮機構部のピストンストロークを最大の状態ではピストンストロークを変えらることにより圧縮機の吐出量を変化させるものである。

【0018】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結

合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出し量に対して圧縮機構部と電動機部の効率の積が高い方に前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御するものである。

【0019】又、前記圧縮機構部に圧力センサを備えるものであって、該圧力センサの出力に基づいて前記制御弁を制御するものである。

【0020】又、前記圧縮機構部に斜板の傾転角を計測するセンサを備えるものであって、該センサの出力に基づいて前記制御弁を制御するものである。

【0021】

【作用】本発明の冷媒圧縮機は、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を圧縮機構部の圧力を制御する手段により制御しているので、圧縮機構部でのピストンストロークを変えることにより、圧縮機の吐出し量を変えることができることに加え、これを駆動する電動機の駆動回転速度も変えることができるので、非常に広い範囲にわたり圧縮機の吐出し量を調整することができる。

【0022】又、駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段とを備え圧縮機の吐出し量を調整する圧縮機構部と、該圧縮機構部を駆動する電動機部とを、密閉容器内に収納しているので、冷凍空調機器の負荷が小さく、圧縮機の吐出し量が少なくても良い場合にも容量制御可能で小形軽量な圧縮機を実現できる。

【0023】又、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンの上死点位置をほとんど変えないようにストロークを変化させて吐出し量を調整する可変容量手段とを備え、吐出圧力と吸入圧力とをそれぞれ制御弁を介して前記圧縮機構部に導き、前記可変容量手段のストロークを制御している

ので、冷凍空調機器の負荷が小さく、圧縮機の吐出し量が少なくても良い場合にもピストンのトップクリアランスの増加による効率の低下を小さく抑えることができるので、広い吐出し量の範囲にわたり、高い効率を維持することが可能な小形で軽量な圧縮機を実現でき、吐出圧力と吸入圧力とで圧縮機構部の圧力を制御できるので、容量制御応答性を良くすることができる。

【0024】圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段を備えるものであって、前記圧縮機構部から吐出冷媒の吐出される空間と前記圧縮機構部が収納される空間がシール部で区画されているので、圧縮機構部を低圧にでき、斜板の傾転角の制御性を良くできるとともに、吐出冷媒の吐出される空間で脈動を小さくできる。

【0025】又、又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する手段により制御する、あるいは、要求される吐出し量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が最大となるように前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御している、あるいは、要求される吐出し量に対して圧縮機構部と電動機部の効率の積が高い方に前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御しているので、圧縮機構部の効率と電動機の効率（インバータ等の周波数変換装置を介して電動機を駆動する場合は、これらの効率も含む）を考慮した運転が可能となり、ピストンのストロークと電動機の駆動回転速度の両方を制御するため、全体の効率が高く、電力消費量の少ない運転が可能となる。

【0026】又、前記電動機の設定最小駆動回転速度を $N_1$ 、設定最大駆動回転速度を $N_2$ としたとき、電動機の回転速度が $N_1$ から $N_2$ の範囲では圧縮機構部のピストンストロークを最大の状態に運転し、設定最小駆動回転速度

度ではピストンストロークを変えることにより圧縮機の吐出し量を変化させているので、トップクリアランスと容積の比の小さい運転範囲で運転することができ、圧縮機構部の効率の低下を小さく抑えることができるので、広い吐出し量の範囲にわたり、高い効率を維持することが可能な小形で軽量の圧縮機を実現できる。

【0027】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する極数変換電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および極数変換電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出し量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が高くなるように前記斜板の傾転角度および極数変換電動機の回転速度とを制御しているため、全運転範囲のうち一部分の運転範囲で効率の良い運転ができ、電力消費量を少なくできる。

#### 【0028】

【実施例】以下、本発明の一実施例に係る冷媒圧縮機について、図1から図3を参照しながら説明する。図1は圧縮機の全体構造を示す縦断面図で、ピストンストロークが最大の状態を、図3はピストンストロークが最小の状態を示している。

【0029】第1図に示すように、本実施例の冷媒圧縮機は、圧縮機構部と電動機部が密閉容器1内に収納されている。密閉容器1は、薄い肉圧の円筒状の容器と、この円筒状の容器の一方の端部に溶接などにより固定される吐出配管13、吸入パイプ12が取付られたカバーと、円筒状の容器の他端を封止するために溶接などにより固定されるカバーとから構成されるが、この密閉容器1内には、図示のように圧縮機構部に取付られた吐出カバー4（必要であればシール材により吐出カバーと密閉容器1の内壁との間のシールを行うように構成することができる。）により、電動機部と圧縮機構部を収納する低压雰囲気第1チャンバ室101と圧縮ガスが排出される高压雰囲気の第2チャンバ室102に分離されている。固定子21と回転子22から構成される電動機部は、低压雰囲気である第1チャンバ室101内にあって、電動機の固定子21は、密閉容器1の内壁に、圧入、焼ばめなどの方法により内接して固定されている。又、斜板室202が形成されているフレーム2も、密閉容器1の内壁に固定されて支持されている。回転子22が取り付けられた駆動軸5は、フレーム2に設けられた

軸受23と、フレーム2に結合されたシリンダブロック3の中心部に設けられた軸受24により回転自在に支持されており、軸受23、24の間の位置でこの駆動軸5にドライブプレート6が固定されている。又、この駆動軸5は、シリンダブロック3およびフレーム2に設けられたスラスト軸受71、72によって軸方向のスラスト力を受けるようになっている。フレーム2に固定されたシリンダブロック3には、駆動軸5の軸線と平行でかつ駆動軸5の軸線を中心とした円周方向には複数個のシリンダ31が形成されて配置されており、それぞれのシリンダ36内を往復運動するピストン10が組み込まれている。ピストン10には、ピストンリング101、102が装着されており、ピストン10がシリンダ36内を往復運動するときの圧縮ガスが漏洩するのを防いでいる。駆動軸5に固定されて結合されたドライブプレート6には、ガイド溝61が設けられ、ガイド溝61には、斜板7に設けられたピボットピン15が嵌合された状態で移動可能に取り付けられている。ガイド溝61は1つの閉曲線で形成され、その形状はピボットピン15がこのガイド溝61内を移動してもピストンの上死点の位置が変化しないように形成されている。又、駆動軸5には、スリーブ14が駆動軸5に対し軸方向に滑動可能に組み込まれており、スリーブ14と斜板7とは、図2に示すようにスリーブピン16により係合されている。又、駆動軸5にはストッパ80が設けられており、スリーブ14が当接することによりピストンストロークが最小となる位置を規制している。斜板7にはスラスト軸受25とラジアル軸受26を介してピストンサポート8が回転可能に軸受支持されており、かつ潤滑油が溜められている圧縮機の下部位置で、半径方向にサポートピン27が圧入、ねじ込み、あるいは塑性結合などの方法で固定され、サポートピン27には、図2に示すようにフレーム2の内周部に設けられた軸方向案内溝201内を往復運動するスライドシュー28が、回転及び滑動自在に装着されている。このサポートピン27は、ピストンサポート8が駆動軸5のまわりに回転しないように、軸まわりの運動を規制している。

【0030】図2にピストンサポート部の詳細を示す。ピストンサポート8には、シリンダ31と同数の凹部91aから91fが形成されており、両端にボール91、92を有するコンロッド9の一端が、その凹部にボール91の中心まわりに回転自在に取付けられている。一方、コンロッド9の他端はボール92の中心まわりに回転自在にピストン10が取り付けられている。シリンダ36が設けられているシリンダブロック3と吐出カバーとの間には、吸入弁が形成された弁板34、吐出弁が形成された弁板35と各シリンダ36のそれぞれに対応して、吸入ポート121と吐出ポート122が設けられたシリンダヘッド120とが取付けられており、シリンダ36、ピストン10などにより形成される圧縮室と吐出カバー

4に設けられた吸入室41と吐出室42とが吸入ポート121、吸入弁あるいは吐出ポート、吐出弁を介してそれぞれ通じている。この弁板123とシリンダヘッド120とは、シリンダブロック3の中央部にねじ止めされることおよび吐出カバー4の外周部ではさみ込むことにより固定されている。吸入室41には吸入パイプ12が接続され、直接圧縮機外部の冷凍サイクル機器（図示せず）とつながっている。又、吐出カバー4に設けられた吐出室42と連通する第1チャンバ室101には、密閉容器1に取付けられた吐出側配管13を介して冷凍サイクルの機器（図示せず）とつながっている。

【0031】さらに、圧縮機構部や電動機部を収納している低圧雰囲気第1チャンバ室101と吸入側配管12及び吐出側配管13あるいは高圧雰囲気の第2チャンバ室102とは、それぞれ途中で制御弁310、320を介して、配管31、32によりつながっている。

【0032】次に、以上述べたように構成された冷媒圧縮機の動作について説明する。電動機部により駆動軸5が回転され、駆動軸5に固定されたドライブプレート6が回転すると、ドライブプレート6から斜板7にガイド溝61と嵌合されたピボットピン15を介して回転力が与えられ、斜板7が回転する。サポートピン27によりピストンサポート8が駆動軸5のまわりに回転しないように規制しており、スラスト軸受25とラジアル軸受26を介してピストンサポート8が斜板7に対して回転可能に軸受支持されているので、斜板7の回転に応じて、ピストンサポート8が揺動運動を行い、ピストン10をシリンダ31内で往復運動させる。ピストン10がシリンダ13内を往復運動することにより、冷凍サイクル（図示せず）から帰還した冷媒は、吸入パイプ12から吸入室41に流入し、シリンダ36ヘッド12に設けられた吸入ポート121から吸入弁、吸入ポート121を介してシリンダ36内に導かれる。シリンダ36内でピストン10がシリンダヘッド120側に動くことにより、圧縮室の容積が縮小して昇圧された冷媒は、吐出ポート122から吐出弁を介して吐出室42へ送り出され、さらに吐出カバー4に設けられた連通穴123を通じて、吐出カバー4の外側に設けられた第2チャンバ室102に吐出され、その後吐出パイプ13から外部へ排出される。密閉容器1の第1チャンバ室101の底部には潤滑油が溜められているが、フレーム2の内周部に設けられた軸方向案内溝201内を往復運動するスライドシュー28の潤滑、ガイド溝61と嵌合されたピボットピン15との間の潤滑、軸受23、24の潤滑、コンロッド9の両端のボール91、92とピストンサポート8に設けられた凹部との間の潤滑等は、密閉容器1の第1チャンバ室101の底部に溜まった潤滑油をはねかけることにより行われる。

【0033】又、第1チャンバ室101には、圧力センサ81が設けられており、この圧力センサ81の出力は

A/D変換器82に入力され、その出力が制御装置83に入力されるように構成されている。この制御装置83では、検出した第1チャンバ室101内の圧力と傾転角を設定された値に保つための設定圧力との差を比較し、制御弁310、320の開閉制御を行うための指令値を出力する。

【0034】次に、圧縮機の運転制御について説明する。圧縮機と凝縮器、膨張弁、蒸発器、四方弁とそれらを接続する配管から構成される冷凍サイクル（図示せず）の負荷が大きい場合、すなわち冷房運転の場合は外気温度が高い、暖房運転の場合は外気温度が低い場合などは、冷媒圧縮機は、斜板7の傾斜角が最大の状態、すなわち、ピストン10の往復運動行程が最大の状態で運転される。このとき、圧縮途中でピストン10とシリンダ36の隙間からピストン10の背面の斜板室202へ漏れ出たブローハイガスは、第1チャンバ室101内の圧力を高めるが、室内ユニット（図示せず）に設けられた制御器の指令に応答して、制御弁310が開状態となり、第1チャンバ室101と吸入配管12（あるいは冷凍サイクル中の吸入路でもよい）とを結ぶ配管31を介して、吸入側に戻され、第1チャンバ室101の圧力は吸入側の圧力とはほぼ同じ圧力に保たれるため、斜板7の傾斜角が最大の状態で運転が持続される。

【0035】これに対し、冷凍サイクルの負荷が小さく、圧縮機の吐出し量を抑える場合には、第1チャンバ室101と吸入側とを結ぶ配管31に設けられた制御弁310を閉じる。制御弁310を閉じると、圧縮途中でピストン10とシリンダ36の隙間から斜板室202に漏れ出たブローハイガスにより、第1チャンバ室101の圧力が昇圧される。さらに第1チャンバ室101の圧力を迅速に昇圧する必要がある場合には、第1チャンバ室101と吐出側配管とを結ぶ配管32の途中に設けられた制御弁320を開き、高圧ガスを第1チャンバ室101へ導入して昇圧する。第1チャンバ室101が昇圧されると、ピストン10の背面に加わる力が大きくなり、斜板7は、ドライブプレート6に設けられたガイド溝61に沿って傾斜角を変えるとともに、斜板7を傾き自在に支持するスリーブ14がシリンダヘッド12方向に移動し、斜板7の傾転角に応じてピストン10のストロークが小さくなり、圧縮機の吐出量が減少する。このとき、上述したように、ガイド溝61の形状をピボットピン15がガイド溝61内を移動してもピストンの上死点の位置が変化しないように形成しているので、上死点時におけるピストン位置がほぼ変わらないため、圧縮機の性能が大幅に低下することない。

【0036】このように制御弁310、320の開閉を制御することにより、第1チャンバ室101の圧力を調整し、ピストンストロークを任意に変えることができる。このとき、制御弁310、320の開閉制御としてデューティ比制御などを適用することができる。この第



1チャンバ室101の圧力を調整する方法として、第1チャンバ室101内に設けられた圧力センサ81の出力を制御装置にフィードバックして、第1チャンバ室101内の圧力が高い場合は、制御弁310を開き圧力を低下させ、第1チャンバ室101内の圧力が低い場合は、制御弁320を開き圧力を上昇させる方法がある。又、ピストンスリーブなどの変位を測定する、あるいは斜板の位置を直接測定することにより、この値をフィードバックしてもよい。以上は、ピストン10の背面の部屋の圧力を昇圧させて斜板傾斜角を変える制御（加圧制御）について述べたが、吸入路を絞り、シリンダ31入口側の圧力をピストン10の背面の圧力よりも低下させる制御（減圧制御）によっても、同様のことが行える。また、斜板7を支持するスリーブ14に直接力を加えて、スリーブ14を駆動軸上で滑動させて斜板7の傾斜角を変え、圧縮機の吐出し量を変えることも可能である。

【0037】以上述べたように、本実施例によれば、圧縮機構部と電動機部とを密閉容器1内に収め、吐出圧力と吸入圧力とを斜板の傾斜角の制御に用いているので、運転条件に即応できる圧縮機を提供できる。又、第1チャンバ室101に排出されるブローパイガスや、密閉容器1の内壁を通した放熱により、電動機の冷却が促進され、小形で軽量かつ、信頼性の高い圧縮機を得ることができる。また、ピストン10のストロークにかかわらず、ピストン10の上死点位置が変わらないので、圧縮機の吐出し量を変えても効率の変化が少なく、広い容量範囲にわたり、高い効率を維持することが可能となる。

【0038】次に、本発明の他の実施例を図4から図7により説明する。本実施例では、駆動回転速度を変えることのできる電動機部51と圧縮機構部520を組み合わせた場合について説明する。図4、図5は、電動機の極数を変えることにより、電動機51の回転速度を2段階に変えた場合の例を示している。本実施例では、電動機の駆動は、極数変換回路530を経て、密閉容器1内の電動機部に給電されるようになっている。図5は、この極数変換回路530および電動機51と図1に示した圧縮機を組み合わせた時の圧縮機の吐出し量の変化を示した図である。

【0039】電動機の回転速度を高速側（一定速度）に設定したまま、上述したように、圧縮機構部のピストンストロークを変えることにより圧縮機の吐出し量を調整すると吐出し量はA-C間で変化する。又、電動機の回転速度を低速側（一定速度）に設定して、ピストンストロークを変えて圧縮機の吐出し量を調整すると吐出し量はC-D間で変化する。なお、B-C間は、電動機の回転速度を低速側に切り換え、ピストンストロークの大きな範囲を用いて、D-F間を用いる運転も可能である。従って、このような容量範囲では圧縮機構部と電動機部のそれぞれの効率を考慮して、全体の効率が最も高くなる組合せを選び、効率の良い方に切り換えて運転するこ

とができる。

【0040】図6、図7はインバータ回路540を用いて駆動速度を可変にすることができる電動機510と圧縮機構部520と組合せた場合の例を示している。図7は、電動機の回転速度と、圧縮機のピストンストロークを変えたときそれぞれに対応して圧縮機の吐出し量の変化を示した図である。例えば図中のA-C間は、圧縮機構部のピストンストロークを最大側に維持したまま、電動機の回転速度を変えることによる圧縮機の吐出し量の変化範囲を示したものであり、C-D間は、電動機の回転速度を最小に維持したまま、圧縮機構部のピストンストロークを変えることによる圧縮機の吐出し量の変化範囲を示したものである。このように、電動機の回転速度を最小に維持し、ピストンストロークを小さくすることにより、さらに圧縮機の吐出し量を低下させさせることができるので、非常に広い範囲にわたり、圧縮機の吐出し容量を制御することができる。また、吐出し容量をA点からD点まで変えるにあたり、電動機の回転速度と、圧縮機構部のピストンストロークの組合せは、例えば図中に示したごとく、A-B-E-Dなる経路に沿って、電動機の回転速度と圧縮機構部のピストンストロークを変えることによっても制御を行うことができるように、電動機の回転速度と圧縮機構部のピストンストロークとの組合せは、A-C-D-Fで囲まれた範囲内で多岐にわたって選ぶことができる。

【0041】例えば、電力消費量を低く抑えたい場合には、次のようにする。ここで圧縮機構部の効率を $\eta_c$ 、電動機部（インバータ等を介して駆動する場合はこれも含め）の効率を $\eta_m$ とすると、これらの値は、回転速度やピストンストロークにより変わるが、全体の効率 $\eta_t$ は

$$\eta_t = \eta_c \times \eta_m$$

で表される。この $\eta_t$ が圧縮機の吐出し容量に対して最大となるよう、電動機の回転速度と圧縮機構部のピストンストロークを制御することにより、電力消費量を最も低く抑えることが可能となる。

【0042】又、振動や騒音を低く抑えた運転を行いたい場合には、必要とされている圧縮機の吐出し容量に対して、圧縮機構部のピストンストロークを低下させて最小にし、さらに容量を低下させる場合には電動機の回転速度を低下させるような制御、すなわち図7に示すA-F-E-Dの経路に沿った制御を行うことにより、静粛な運転が可能となる。これらの運転制御は、前述した制御装置83に予め圧縮機構部の効率 $\eta_c$ と電動機部の効率 $\eta_m$ をデータベースとして記憶させておき、要求される吐出し量に対し最大となる全体の効率 $\eta_t$ となる組合せを計算し、それぞれの値を指令値としてインバータ回路540、制御弁310、320へ出力することによって行うことができる。このように、好みに応じた多岐にわたる容量の制御が可能となり、多機能化に大きく貢

献することができる。

#### 【0043】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、圧縮機構部でのピストンストロークを変えることにより、圧縮機の吐出し量を変えることができることに加え、これを駆動する電動機の駆動回転速度も変えることができるので、非常に広い範囲にわたり圧縮機の吐出し量を調整することができる。又、圧縮機構部のピストンストロークに加え電動機の回転速度も変えることが出来るので、さらに広い容量範囲を実現できるとともに、目的に応じて、吐出し容量をピストンストロークの増減により、あるいは電動機の回転速度の交代により、種々両者を組み合わせを取ることができ、最も電力消費量の少ない運転、静粛な運転など、好みに応じた運転をなすことが可能となり、多機能化に大きく寄与することができる。

【0044】又、駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段とを備え圧縮機の吐出し量を調整する圧縮機構部と、該圧縮機構部を駆動する電動機部とを、密閉容器内に収納しているので、冷凍空調機器の負荷が小さく、圧縮機の吐出し量が少なくても良い場合にも容量制御可能で小形軽量の圧縮機を実現できる。

【0045】又、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンの上死点位置をほとんど変えないようにストロークを変化させて吐出し量を調整する可変容量手段とを備え、吐出圧力と吸入圧力とをそれぞれ制御弁を介して前記圧縮機構部に導き、前記可変容量手段のストロークを制御しているので、冷凍空調機器の負荷が小さく、圧縮機の吐出し量が少なくても良い場合にもピストンのトップクリアランスの増加による効率の低下を小さく抑えることができるので、広い吐出し量の範囲にわたり、高い効率を維持することが可能な小形で軽量の圧縮機を実現でき、吐出圧力と吸入圧力とで圧縮機構部の圧力を制御できるので、容量制御応答性を良くすることができる。

【0046】前記圧縮機構部から吐出冷媒の吐出される空間と前記圧縮機構部が収納される空間がシール部で区画されているので、圧縮機構部を低圧にでき、斜板の傾転角の制御性を良くできるとともに、吐出冷媒の吐出される空間で脈動を小さくできる。

【0047】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動するインバータ駆動の電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に

円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および電動機部の回転速度を制御する手段により制御する、あるいは、要求される吐出し量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が最大となるように前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御している、あるいは、要求される吐出し量に対して圧縮機構部と電動機部の効率の積が高い方に前記斜板の傾転角度および電動機の回転速度とを制御しているので、圧縮機構部の効率と電動機の効率（インバータ等の周波数変換装置を介して電動機を駆動する場合は、これらの効率も含む）を考慮した運転が可能となり、ピストンのストロークと電動機の駆動回転速度の両方を制御するため、全体の効率が高く、電力消費量の少ない運転が可能となる。

【0048】又、前記電動機の設定最小駆動回転速度を $N_1$ 、設定最大駆動回転速度を $N_2$ としたとき、電動機の回転速度が $N_1$ から $N_2$ の範囲では圧縮機構部のピストンストロークを最大状態で運転し、設定最小駆動回転速度ではピストンストロークを変えることにより圧縮機の吐出し量を変化させているので、トップクリアランスと容積の比の小さい運転範囲で運転することができ、圧縮機構部の効率の低下を小さく抑えることができるので、広い吐出し量の範囲にわたり、高い効率を維持することが可能な小形で軽量の圧縮機を実現できる。

【0049】又、圧縮機構部と該圧縮機構部と駆動軸によって連結され圧縮機構部を駆動する極数変換電動機部とを密閉容器内に収納した冷媒圧縮機において、前記圧縮機構部が前記駆動軸の軸線に対して平行に円周方向に複数個配置されたシリンダと該シリンダ内を往復運動するピストンと該ピストンに係合されたコンロッドと各々のコンロッドを支持するとともに回り止め機構により自転を拘束された状態で揺動運動を行なうピストンサポートと該ピストンサポートと回転可能に軸受結合されピストンサポートの傾転角度を可変にする斜板と該斜板の傾転角度を制御する手段と圧縮機構部および電動機部の効率を予め記憶し斜板の傾転角度および極数変換電動機部の回転速度を制御する制御装置とを備えるものであって、要求される吐出し量に対し圧縮機構部と電動機部の効率の積が高くなるように前記斜板の傾転角度および極数変換電動機の回転速度とを制御しているので、全運転範囲のうち一部分の運転範囲で効率の良い運転ができ、電力消費量を少なくできる。

#### 【0050】

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施例を示す冷媒圧縮機の縦断面図である。

【図 2】 ピストンサポート部の詳細な構造を示す横断面図である。

【図 3】 ピストンストロークが最小となった状態を示す部分縦断面図である。

【図 4】 電動機と圧縮機構部の組合せの一実施例を示す図である。

【図 5】 圧縮機の容量制御方法の一実施例を示す概念図である。

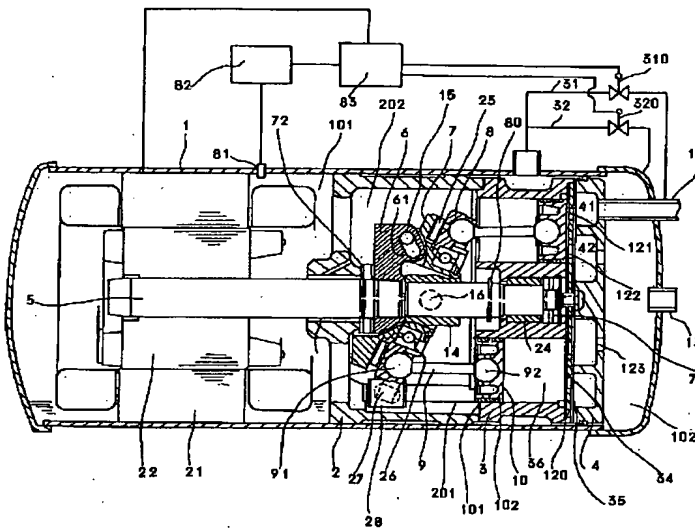
【図 6】 電動機と圧縮機構部の組合せの一実施例を示す図である。

【図 7】 圧縮機の容量制御方法の一実施例を示す概念図である。

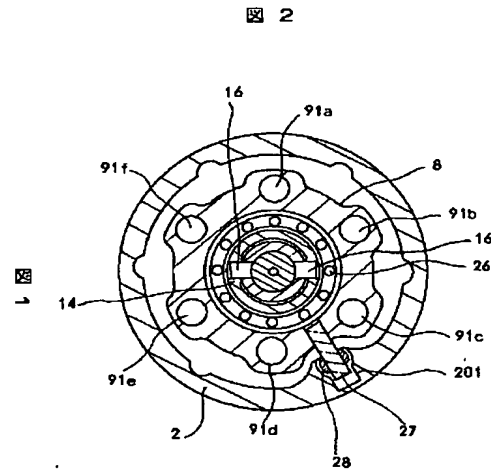
【符号の説明】

1…密閉容器、2…フレーム、3…シリンダブロック、4…吐出カバー、5…駆動軸、6…ドライブプレート、7…斜板、8…ピストンサポート、9…コンロッド、10…ピストン、14…スリーブ、31…制御弁、32…制御弁。

【図 1】

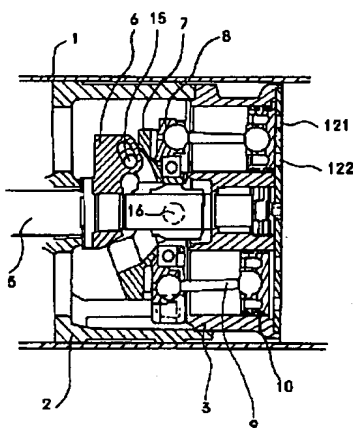


【図 2】



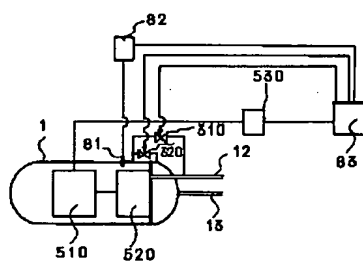
【図 3】

図 3



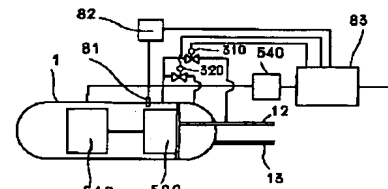
【図 4】

図 4



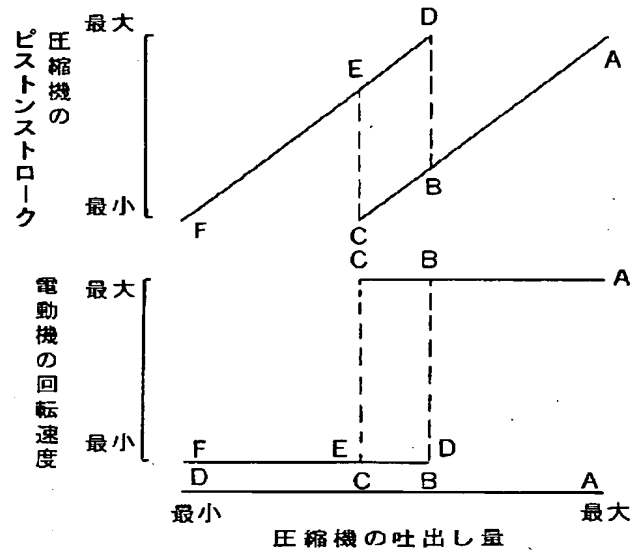
【図 6】

図 6



【図5】

図 5



【図7】

図 7

